

PRÁCTICAS CIENTÍFICAS Y PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

COMPILACIÓN:
MARICEL OCCELLI
LETICIA GARCIA-ROMANO
CLAUDIO SOSA



Prácticas científicas y pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias

Compilación:

Maricel Occelli
Leticia Garcia-Romano
Claudio Sosa

Autores:

Carola Astudillo; Gonzalo M. A. Bermudez; María José Cano-Iglesias; Daniel Cebrián Robles; Florencia D'Aloisio; Paloma España Naveira; Enrique España Ramos; Natalia Celina Fernández; Silvana Ferragutti; Antonio Joaquín Franco-Mariscal; Gimena B. Fussero; Leticia Garcia Romano; María Carla Lábaque; Cristián Ledezma Carvajal; María del Mar López Fernández; Víctor López Simó; Fabio E. Malanca; Belkys Maletto; Giuliana Morbidoni Davicino; Maricel Occelli; María Emilia Ottogalli; María Angelina Roggio; Andrea S. Rópolo; Dafne Saporito; Cristina Simarro y Claudio Sosa

ISBN: 978-950-33-1782-2

Universidad Nacional de Córdoba – Editorial



Universidad
Nacional
de Córdoba



Prácticas científicas y pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias / Carola Astudillo ... [et al.]; Compilación de Maricel Occelli; Leticia Garcia Romano; Claudio Alejandro Sosa. - 1a ed. - Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-950-33-1782-2

1. Educación Científica. I. Astudillo, Carola II. Occelli, Maricel, comp. III. Garcia Romano, Leticia, comp. IV. Sosa, Claudio Alejandro, comp. CDD 507.2

Comité Científico

Dr. Agustín Adúriz Bravo

CeFIEC. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. CONICET (Argentina)

Dra. Laura Buteler

Facultad de Matemática Astronomía, Física y Computación. Universidad Nacional de Córdoba. CONICET (Argentina).

Dra. Alma Adrianna Gómez Galindo

CINVESTAV (México)

Dra. Gabriela Lorenzo

Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. CONICET. (Argentina).

Dra. María Josefa Rassetto

Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Nacional del Comahue. (Argentina).

Dr. Mario Quintanilla Gatica

Grupo Grecia. Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile. (Chile).

Dra. Nora Valeiras

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional del Córdoba. (Argentina).

CAPÍTULO 12

Potencialidades de aplicaciones móviles de ciencia ciudadana para la enseñanza y aprendizaje sobre la conservación de la biodiversidad

¹Giuliana Morbidoni Davicino, ²María Angelina Roggio, ³María Carla Labaque y ⁴Leticia García-Romano

¹Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (FCEFYN-UNC). Argentina.

²Departamento de Diversidad Biológica y Ecológica, FCEFYN-UNC. Instituto Nuestra Madre de la Merced, Argentina.

³CONICET, FCEFYN-UNC. Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Argentina.

⁴CONICET, Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología, FCEFYN-UNC.

¹giulianamorbidoni@gmail.com, ²angelina.roggio@unc.edu.ar, ³maria.carla.labaque@unc.edu.ar, ⁴leticia.garcia@unc.edu.ar

Resumen

Este trabajo constituye un aporte para docentes interesados en pensar experiencias educativas que integren aplicaciones de ciencia ciudadana para la identificación taxonómica de organismos. Se caracterizan veinte aplicaciones móviles de descarga gratuita orientadas a la enseñanza y aprendizaje sobre la conservación de la biodiversidad. Su análisis incluye características sobre contenido multimedia, los contenidos abordados, el nivel de involucramiento de los ciudadanos, prácticas científicas y el tipo de aprendizaje colaborativo que promueven. De dicha selección, se utilizan algunas aplicaciones para determinar su potencial educativo en un Profesorado de Biología de la Ciudad de Córdoba. Los resultados demuestran que existen diversas áreas de conocimiento sobre biodiversidad donde puede desarrollarse la ciencia ciudadana, que los recursos multimedia favorecen la identificación exitosa de organismos, el aprendizaje colaborativo y el reconocimiento de su entorno cercano. Se recomienda que

los docentes seleccionen aplicaciones como Naturalista, Natusfera, PlantNet, Aappear y Geovin, por sus características promisorias.

Introducción

El dominio de la ciencia ciudadana (CC) involucra a científicos ciudadanos que son personas voluntarias que recopilan y/o procesan datos como parte de investigaciones científicas que tienen como objetivo responder preguntas relacionadas con la abundancia, distribución, comportamiento y cambios en especies, entre muchos otros (MacPhail y Colla, 2020). Siguiendo a estas autoras, la ventaja de esto es aumentar el alcance, la intensidad temporal y espacial de los proyectos y favorecer la apropiación del conocimiento generado.

Por otra parte, de acuerdo con Luna et al., (2018) el participante actúa de forma independiente ya que la mayoría no recibe ningún incentivo financiero, sino que las razones que motivan su participación son múltiples, como la curiosidad por el conocimiento y la ciencia (Finquelievich y Fischnaller, 2014). Así, los ciudadanos se involucran en una acción que los encamina a reconocer su entorno, con el fin de estimular y enriquecer la toma de decisiones y comprometerse con actitudes sostenibles (Hadjichambis et. al, 2020).

Un factor fundamental es el rápido avance de Internet y las tecnologías, ya que se han identificado aplicaciones móviles que permiten desde la grabación en línea y el mapeo en tiempo real hasta la fotografía digital. De acuerdo con Mazumdar et al. (2018), esto brinda una excelente oportunidad para que los proyectos de CC involucren a los participantes en todo momento y faciliten el acceso de poblaciones más grandes y diversas.

Sin embargo, un aspecto menos explorado es cómo dichas aplicaciones pueden aportar a la educación formal. Según Vitone et al. (2016), muchos proyectos evalúan el disfrute de los participantes, pero pocos prueban explícitamente su aprendizaje o los cambios en sus actitudes hacia la ciencia. ¿Si un participante aprende cómo se lleva a cabo la investigación, que la investigación científica implica observaciones y ensayos, controles y correlaciones, repeticiones y revisiones, entonces ese individuo podría comprender y evaluar afirmaciones científicas y conclusiones encontradas en el curso de la vida diaria? (Booney et al., 2016). En este sentido, se considera que los educadores podrían utilizar aplicaciones de CC para promover el interés de sus estudiantes en una amplia variedad de campos científicos. Estudios recientes han demostrado que los proyectos que han integrado la CC en el aula facilitan el aprendizaje activo, los modelos colaborativos y la incorporación de enfoques de aprendizaje abiertos y basados en la investigación (Shah y Martinez, 2016; Vitone et al., 2016).

Así, en consideración de que la persistencia de las problemáticas ambientales se relaciona en parte con el desconocimiento de la ciudadanía, es necesario contribuir a la sensibilización pública desde la educación formal. A su vez, es posible favorecer que los estudiantes tengan la oportunidad de aprender sobre ciclos de investigación y vincular la educación científica con la educación ambiental (Shah y Martinez, 2016).

Por todo lo anterior, resulta esencial caracterizar las potencialidades de aplicaciones

móviles de ciencia ciudadana como nueva estrategia didáctica para aumentar los alcances de la enseñanza y el aprendizaje sobre la conservación de la biodiversidad, con el fin de involucrar a la ciudadanía en acciones que estimulen el compromiso social.

Desarrollo

Para esto, se seleccionaron en la plataforma digital Google Play Store, veinte aplicaciones móviles gratuitas de ciencia ciudadana relacionadas con la conservación de la biodiversidad; y que estén disponibles para el sistema operativo Android, el principal utilizado en Argentina. Las mismas fueron analizadas primeramente desde una perspectiva cualitativa (Sandín, 2003).

Las categorías de análisis se construyeron a partir de aquellas validadas por otros autores (de Oliveira y Galembeck, 2016; Garcia-Romano y Occelli, 2019; Finquelievich y Fischnaller, 2014; Martinez et al., 2017; Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017; NRC, 2012) y de aquellos aspectos emergentes que surgieron del propio análisis.

Dimensión tecnológica

1. Información al usuario:

Baja: describe las características multimediales

Media: además de las características multimediales, especifica a qué usuarios va dirigida y cómo se presenta el contenido

Alta: además de especificar las características multimediales, los tipos de usuarios a quien va dirigida y la presentación de su contenido; presenta los objetivos de su desarrollo y los recursos que ofrece.

2. Requisito de conexión para la utilización de la aplicación:

Para uso/toma de datos: sí - no

Para identificación/envío de datos: sí - no

3. Contenido Multimedia: se refiere a la presencia de texto, fotografías, imágenes, la posibilidad de acceder a otros recursos como propuestas de enlace, tabla de datos y mapas de observaciones.

Contenidos y Prácticas Científicas que promueve

4. Involucramiento de los ciudadanos voluntarios:

Nivel bajo: el voluntario sólo provee las capacidades de dispositivo móvil para recolección de datos.

Nivel medio: el voluntario interactúa con herramientas TIC en la recolección de datos

que serán analizados por investigadores profesionales.

Nivel alto: los voluntarios colaboran en el relevamiento y monitoreo de datos, que serán analizados por investigadores. Pueden, además, unirse como voluntarios en un proyecto científico.

Nivel avanzado: los voluntarios participan en toda la extensión del proceso científico, colaborando con el análisis de datos relevados, diseñando y operativizando herramientas de recolección de datos y registro, incluso elaborando objetivos o hipótesis de investigación.

Nivel de políticas públicas: los ciudadanos son involucrados en los procesos de definición de políticas públicas que presentan componentes técnicos o científicos, trabajando a la par de los investigadores, en el marco de un proceso político democrático.

5. Conceptos Abordados: se analizaron los principales temas de biodiversidad que presentaban las aplicaciones.

6. Prácticas Científicas Implicadas: se analizaron las prácticas científicas que promueven las aplicaciones, pudiendo ser más de una para cada app.

- a. Hacer preguntas y definir problemas.*
- b. Desarrollar y usar modelos.*
- c. Planificar y realizar investigaciones.*
- d. Analizar e interpretar datos.*
- e. Usar conocimiento matemático y pensamiento computacional.*
- f. Construir explicaciones y diseñar soluciones.*
- g. Formular argumentos a partir de la evidencia.*
- h. Obtener, evaluar y comunicar información.*

7. Aprendizaje Colaborativo/Social:

Bajo: se centra en la observación y toma/envío de datos, o sólo funcionan como una guía de observación. Algunos incluyen participación en proyectos.

Medio: incluye comentarios de otros usuarios y participación en proyectos, pero no incluye la identificación por pares y/o especialistas.

Alto: definido por la identificación por pares y/o especialistas, también puede incluir comentarios o mensajes privados de otros usuarios, identificación para confección de guías de especies, y la participación en proyectos y misiones.

Finalmente, del análisis obtenido se procedió a la selección de dos aplicaciones (Naturalisa y Seek) para que pudieran ser utilizadas durante 4 clases en un curso de Trabajo Experimental en Biología de 2° año del Profesorado de Biología, en el Instituto Nuestra Madre de la Merced en la ciudad de Córdoba; con el fin de conocer sus potencialidades en los procesos de enseñanza y de aprendizaje sobre conservación de la biodiversidad, particularmente de especies vegetales nativas.

Antes de comenzar con la intervención, se les solicitó a los estudiantes que respondan un formulario inicial para indagar sobre el uso de aplicaciones móviles para complementar su estudio y el conocimiento sobre Ciencia Ciudadana. Luego, se les presentaron las aplicaciones, detallando cada una de sus interfaces y usos para poder realizar las distintas actividades planificadas. Por ejemplo, en una salida de campo a la Reserva San Martín (Córdoba), los estudiantes tomaron fotografías sobre distintos árboles/arbustos que fueron encontrando (Figura 1) para luego poder identificar las especies encontradas utilizando la aplicación Naturalista, y dieron a conocer los criterios que utilizaron para su reconocimiento.



Figura 1. Fotografía tomada durante la salida de campo en la Reserva San Martín (Córdoba)

Al final de cada actividad, se generaron espacios de intercambio y diálogo acerca de lo que aportan dichas aplicaciones a una persona como ciudadano, haciendo hincapié en la importancia de reconocer y conservar la biodiversidad de nuestro entorno, y también, respecto de cómo puede un ciudadano aportar a la ciencia.

Al concluir la intervención, los estudiantes respondieron ciertas preguntas con el objetivo de conocer la valoración de las aplicaciones utilizadas y la conceptualización que han podido construir sobre Ciencia Ciudadana, así como aquellos aspectos que eran necesarios profundizar.

Resultados

Los datos presentados en Tabla 1, ofrecen un detalle de las características tecnológicas analizadas en cada aplicación.

Tabla 1. Dimensión tecnológica de las aplicaciones móviles analizadas.

| Aplicación Móvil | Información al usuario | Requisito de conexión para uso/toma de datos | Requisito de conexión para identificación/envío de datos | Contenido Multimedia |
|------------------------|------------------------|--|--|---|
| iNaturalist | Alta | Sí | Sí | Textos, fotografías, propuesta de enlaces, tabla de datos, mapas de observaciones, audios |
| Earth Challenge | Media | No | Sí | Textos, fotografías, propuesta de enlaces |
| Natusfera | Alta | Sí | Sí | Textos, fotografías, mapas de observaciones |
| PlantNet | Alta | Sí | Sí | Textos, fotografías, propuesta de enlaces, mapas de observaciones, audios |
| Seek | Alta | No | Sí | Textos, fotografías, propuesta de enlaces, tabla de datos, mapas de observaciones, audios |
| Anecdata | Baja | Sí | Sí | Textos, fotografías, mapas de observaciones, tablas de datos |
| AppEAR | Alta | Sí | Sí | Textos, fotografías, propuesta de enlaces, mapa de observaciones |
| Aves Argentinas | Alta | No | No | Textos, fotografías, mapa de distribuciones grabaciones de cantos |
| BirdNET | Alta | No | Sí | Fotografías, audios, videos, mapas de distribución |
| Merlin Bird ID | Alta | Sí | Sí | Textos, fotografías audios, mapas de distribución |
| eBird | Alta | Sí | Sí | Mapas de distribución, tablas de especies por año/mes |
| Arborea | Alta | Sí | Sí | Fotografías, mapas de distribución, dibujos |
| SpideSpotter | Alta | No | Sí | Fotografías, mapas, gráficos de observaciones, textos |
| Spot-a-bee | Alta | No | Sí | Textos, fotografías, mapas de observaciones |
| Zooniverse | Alta | Sí | Sí | Fotografías, videos |
| Faunawatch | Baja | Sí | Sí | Fotografías |
| GLOBE Observer | Alta | Sí | Sí | Textos, fotografías, mapas de observaciones, gráficos |
| Caza Mosquitos | Alta | No | No | Textos, iconos, dibujos, mapa de observaciones. |
| GeoVin | Alta | No | Sí | Fotografías, mapas online de observación, dibujos |
| ¿Es araña o escorpión? | Alta | No | Sí | Fotografías, ficha de información de cada especie, mapa de distribución |

Los datos presentados en Tabla 2, ofrecen un detalle de los contenidos y prácticas científicas que promueven las aplicaciones analizadas.

Tabla 2. Contenidos y Prácticas Científicas de las aplicaciones móviles analizadas

| Aplicación móvil | Conceptos Abordados | Involucramiento de los ciudadanos voluntarios | Prácticas científicas implicadas | Aprendizaje colaborativo |
|-------------------------|--|--|---|---------------------------------|
| iNaturalist | Distintos Taxones Taxonomía completa Atributos (etapa de vida, sexo, vivo/muerto, presencia) Descripción de Género/Familia/Especie | Alto | Analizar e interpretar datos | Alto |
| Earth Challenge | Clasificación de Plásticos Limpieza de Costas Calidad del Aire Identificación de Abejas | Medio | Analizar e interpretar datos | Bajo |
| Natusfera | Distintos taxones | Alto | Analizar e interpretar datos | Alto |
| PlantNet | Plantas silvestres, útiles y cultivadas, ornamentales Clasificación en Familia/Género/Especie Clasificación en Fruto, Flor, Hoja, Corteza, Hábito | Alto | Analizar e interpretar datos | Alto |
| Seek | Distintos Taxones Taxonomía completa Especies nativas, endémicas, introducidas Estado de conservación Especies cercanas a la ubicación Descripción | Medio | Analizar e interpretar datos | Alto |
| Anecdata | Distintos proyectos (residuos sólidos, colillas, calidad de ríos y arroyos, etc) | Alto | Analizar e interpretar datos | Medio |
| AppEAR | Ecología de ríos, arroyos, lagos y estuarios a través de índices ecológicos Redes tróficas Comunidades Ciclo del agua Contaminación Especies cercanas a la ubicación Nivel de amenaza Descripción | Alto | Analizar e interpretar datos | Medio |
| Aves Argentinas | Aves (vida, cortejo, migraciones, nidos, alimentos, etc) Consejos y ética de observación | Bajo | Analizar e interpretar datos | Bajo |

| | | | | |
|------------------------|--|-------|------------------------------|-------|
| BirdNET | Aves (canto, edad, sexo, comportamiento) Exploración de especies cercanas Descripción | Medio | Analizar e interpretar datos | Medio |
| Merlin Bird ID | Aves (adulto reproductivo/no reproductivo, juvenil, hábitat) Descripción Sonidos | Bajo | Analizar e interpretar datos | Bajo |
| eBird | Aves (distribución, estacionalidad, abundancias) Taxonomía | Bajo | Analizar e interpretar datos | Bajo |
| Arborea | Árboles nativos y exóticos del noroeste de Argentina (nombre características botánicas, usos y distribución) | Bajo | Analizar e interpretar datos | Bajo |
| SpiderSpotter | Arañas (clasificación basada en el color y tipo de telaraña) | Medio | Analizar e interpretar datos | Medio |
| Spot-a-bee | Abejas (clasificación según comportamiento, especie, fotografía, etc) Flores visitadas por abejas (descripción) | Medio | Analizar e interpretar datos | Medio |
| ¿Es araña o escorpión? | Arañas y Escorpiones de interés sanitario (nombres, descripción) Y sin interés sanitario Prevención y manejo domiciliario | Medio | Analizar e interpretar datos | Alto |
| Zooniverse | Proyectos para unirse en distintas áreas. → Biología (patrones de anidación de gorriones; presencia de mitocondria en las células; etc) | Bajo | Ausencia | Bajo |
| Faunawatch | Identificación de animales en cámaras trampa | Bajo | Analizar e interpretar datos | Bajo |

| | | | | |
|----------------|--|-------|--|-------|
| GLOBE Observer | Incluye 4 sub-aplicaciones: Nubes (grabación de nubes y condiciones del cielo) Hábitats de Mosquitos potenciales de transmitir enfermedad Cobertura terrestre (tipo de suelo, % de área cubierta) Árboles (altura, %cobertura terrestre) | Medio | Analizar e interpretar datos | Medio |
| Caza Mosquitos | Mosquitos vectores de enfermedades (especies, geolocalización de criaderos, información) | Medio | Analizar e interpretar datos Construir explicaciones y diseñar soluciones | Medio |
| GeoVin | Distribución de las Vinchucas en Argentina (características, ciclos de vida) Enfermedad de Chagas (transmisión, tratamiento, recomendaciones) | Medio | Analizar e interpretar datos | Alto |

En relación a la intervención, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

- En el cuestionario inicial, el total de los estudiantes (7) respondieron que no habían utilizado aplicaciones móviles para complementar su estudio, sólo habían utilizado recursos gráficos (Canva, Genially, Prezi) para elaborar presentaciones; además, ninguno de ellos utilizó aplicaciones para la identificación de especies. Cuando se les preguntó sobre si conocían lo que es la Ciencia Ciudadana, todas las respuestas fueron negativas.
- Con respecto a la actividad planificada para la salida de campo a la Reserva San Martín, todos los estudiantes pudieron utilizar sin ningún problema la aplicación Naturalista para identificar las distintas especies vegetales a las que habían tomado fotografías desde sus celulares. Los estudiantes explicitaron que utilizaron criterios morfológicos como la cantidad, color, tipo de borde y posición en el tallo de las hojas; la presencia/ausencia de flores, su color y tamaño; ramificaciones del tallo; presencia/ausencia de espinas; color y forma del fruto, etc. (Figura 2a), y compararon sus fotos con las imágenes en la base de datos de la aplicación (Figura 2b); además, corroboraron la especie seleccionada con la lista de especies sugeridas por la aplicación y con los mapas de observaciones, lo cual les sirvió para saber si era una especie frecuente de la provincia o no. La identificación, además fue corroborada al momento de dialogar los resultados que obtuvieron en conjunto con la docente a cargo.
- En el cuestionario final, todos los estudiantes valoraron de forma positiva las aplicaciones seleccionadas, principalmente por su facilidad de uso y simpleza de interfaces, su utilidad al momento de identificar especies y su potencialidad para poder ser utilizada en el aula y en otros contextos de aprendizaje no formal. Por otro lado, todos los alumnos expresaron la

importancia de su incorporación en los proyectos de investigación en ciencia. En palabras de un estudiante “a partir de su uso, se promueve la colaboración entre muchas personas, se facilita la recolección de datos y se obtiene una mejor muestra”. Además, se observó que todos los estudiantes pudieron responder a la pregunta ¿Qué sé sobre Ciencia Ciudadana?, evidenciando una posible construcción de conocimiento. Algunas de estas respuestas fueron “ahora sé que cualquier ciudadano puede participar de la ciencia a partir de sus observaciones, compartiendo con expertos imágenes, datos y descripciones de especies o acontecimientos, y además, formar parte de proyectos de investigación. También permite obtener información para su uso cotidiano”.



Figura 2. a) Producción de un grupo de estudiantes que muestra los criterios utilizados para la identificación. b) Producción de un grupo de estudiantes que incluye fotografías de la salida de campo e imágenes de la app.

Discusión

Con respecto a la caracterización de las aplicaciones, la mayoría de ellas brindan la información necesaria para que los usuarios puedan saber, de antemano, de qué se trata y cuál es el objetivo de las mismas; lo que resulta beneficioso si se desea trabajar con aplicaciones de ciencia ciudadana que estén enfocadas en un área en particular. Por otro lado, la gran mayoría requiere del acceso a internet para su uso, y sobre todo para la toma y envío de datos. Esto puede significar una barrera para su utilización en actividades que se desarrollen fuera del aula, como así también para aquellos colegios que no puedan acceder a dicha tecnología. En estos casos, recomendamos que se realice la toma de datos (fotos, videos, grabaciones) desde los celulares de los estudiantes, y luego con acceso a internet puedan subirlos a la aplicación.

De acuerdo a las características multimediales, la mayoría presentan fotografías, textos con información para el usuario y mapas de distribución/observaciones; siendo unas pocas las que permiten reproducción de audios y videos, como el acceso a otros enlaces. Esto refleja su potencial, definido en estudios anteriores, para lograr una identificación

exitosa de organismos encontrados, como así también para la obtención de información sobre distintos grupos dentro de la aplicación (Unger, 2020). Por otro lado, al igual que lo establecido por Fundación Ciencia Ciudadana, (2018) los contenidos de biodiversidad que permiten abordar son múltiples y diversos, con mayor o menor grado de conocimiento requerido por parte del usuario, permitiendo el desarrollo de un amplio rango de proyectos que se pueden hacer en medio ambiente. De acuerdo con el tipo de involucramiento de los ciudadanos voluntarios, se ha encontrado que varias aplicaciones promueven que éstos colaboren en el relevamiento y monitoreo, pudiendo unirse a proyectos científicos. Pero muchas otras, hacen uso de la participación ciudadana únicamente como herramienta de muestreo. Así, como señalan Finquelievich y Fischnaller (2014), la ciencia ciudadana no es siempre “ciencia abierta”. Por último, en relación con las prácticas científicas implicadas, la gran mayoría promueve procesos de indagación a través del análisis e interpretación de los datos obtenidos; sólo una de las aplicaciones (CazaMosquitos), a través de una sección llamada “preguntas para la acción”, favorece la argumentación por medio de la construcción de explicaciones y diseño de soluciones a las preguntas planteadas. Estas prácticas pueden ser tomadas por el profesorado como punto de partida para conducir a los estudiantes a un realizar un proceso de investigación científica, con la posibilidad de integrar otras prácticas, ya que sería posible trabajar en la definición de preguntas sobre sus propias observaciones y definición de problemas en su contexto cercano, utilizar modelos, evaluar y divulgar la información obtenida, entre otras (Martínez et al., 2017; Booney et al., 2016; Jiménez-Aleixandre y Crujeiras, 2017; NRC, 2012).

Por otro lado, en relación a la intervención realizada en el Instituto de Formación Docente, las respuestas del cuestionario inicial evidencian un claro desconocimiento sobre el dominio de la CC, que puede relacionarse con el surgimiento relativamente nuevo de dicha área, con la poca divulgación de proyectos de CC en nuestro país, como así también, con la escasez de institutos de educación y docentes que los incorporan en sus metodologías didácticas. En este sentido, una de las respuestas dada por un estudiante acerca de los aspectos que podría profundizar en CC fue: *“me gustaría indagar más sobre distintas aplicaciones o proyectos en los que pueda participar como ciudadano y también para aprovechar estas herramientas en el aula como docentes, de manera que despierte el interés en los alumnos”*. Esto, a su vez, coincide con lo expresado por Vitone et al. (2016) acerca de que, si bien se ha prestado mucha atención a evaluar y mejorar la validez científica de estos proyectos, los resultados educativos de la participación en proyectos de ciencia ciudadana han recibido menos escrutinio.

En cuanto a las aplicaciones seleccionadas, Naturalista se posiciona como una de las que más potencial posee para trabajar en el aula. De acuerdo con Unger et al. (2020), el uso adecuado de dicha aplicación permite identificar muchos organismos comúnmente encontrados por los estudiantes en actividades al aire libre, lo que les posibilita obtener información y antecedentes biológicos sobre los grupos de organismos locales dentro de la aplicación (distribución, caracteres morfológicos, taxonomía, etc.). En este sentido, un estudiante afirmó que *“realizar observaciones cercanas a nosotros me parece muy bueno para fomentar esto de valorizar y visualizar la biodiversidad que hay a nuestro*

alrededor". Sin embargo, es importante enfatizar la importancia de enseñar habilidades de identificación que incorporen la morfología del organismo en conjunto con la identificación de especies, ya que una de las debilidades de confiar en una aplicación de identificación visual automatizada es que los estudiantes pueden perder las habilidades tradicionales de identificación morfológica vitales para el uso correcto de las claves dicotómicas tradicionales (Unger et al., 2020).

Reflexiones Finales

Este trabajo pretende constituirse en un aporte para los docentes del área interesados en pensar experiencias educativas diferentes, integrando aplicaciones de ciencia ciudadana para la identificación taxonómica de organismos cercanos y la posibilidad de vincularse más cercanamente con proyectos científicos. En base a esto, se recomienda a los docentes trabajar con aplicaciones como Naturalista, Seek, PlantNet, iNaturalist, Geovin y Global Observer ya que poseen características promisorias sobre todo en relación al aprendizaje colaborativo que promueven y al tipo de involucramiento de los ciudadanos.

Además, en este trabajo brindamos un acercamiento para entender cómo aprenden los estudiantes en la participación de actividades de ciencia ciudadana y el papel que desempeña ésta en el compromiso científico. La incorporación de este enfoque tecnológico en la identificación taxonómica, posibilitaría un aumento en el conocimiento de la historia natural de los organismos en actividades al aire libre que pueden brindar nuevas oportunidades de aprendizaje para los estudiantes. Los proyectos de CC no solo tienen objetivos científicos, sino que uno de los principales objetivos es crear conciencia y generar conocimiento local sobre las especies representativas del entorno cercano, lo que interpela a todos los actores sociales de la comunidad de la ciudad (estudiantes, maestros, ciudadanos y personas dedicadas a la conservación de la naturaleza). Para los estudiantes, estos proyectos son la oportunidad de participar en la investigación científica, aprender sobre todo el ciclo de la investigación y vincular la educación científica con la educación ambiental (Scheuch, 2019).

Quedan aún numerosos aspectos por investigar acerca del potencial educativo de la ciencia ciudadana. En este sentido, Boone et al., (2015) plantea algunos interrogantes como, por ejemplo, si participar en investigaciones científicas activas puede ayudar a los participantes a aprender sobre los temas que están investigando o comprender cómo se llevan a cabo las investigaciones científicas; si puede la participación en ciencia ciudadana cambiar actitudes o comportamiento hacia la ciencia, entre otros interrogantes. Estos podrían servir como puntapié para continuar con la investigación en dicha área, en búsqueda y construcción de posibles respuestas.

Agradecimientos

Se agradece al Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) por la beca de Estímulo a las Vocaciones Científicas otorgada a Giuliana Morbidoni Davicino para la realización de este proyecto y a la Secretaría de Ciencia y Tecnología (SECyT) de la Universidad Nacional de Córdoba y al CONICET (proyecto PIBAA 28720210101027CO) por el financiamiento otorgado para la concreción de esta investigación.

Bibliografía

- Bonney, R., Phillips, T.B., Ballard, H.L. y Enck, J.W. (2016). Can citizen science enhance public understanding of science? *Public understanding of science*, 25(1), 2-16. <https://doi.org/10.1177/0963662515607406>
- Bruckermann, T., Lorke, J., Rafolt, S., Scheuch, M., Aristidou, M., Ballard, H., ... y Kapelari, S. (2020, January). Learning opportunities and outcomes in citizen science: A heuristic model for design and evaluation. In *Electronic Proceedings of the European Science Education Research Association (ESERA) 2019 Conference*.
- De Oliveira, M. L., & Galembeck, E. (2016). Mobile Applications in Cell Biology Present New Approaches for Cell Modelling. *Journal of Biological Education*, 50(3), 290–303. <https://doi.org/10.1080/00219266.2015.1085428>
- Fundación Ciencia Ciudadana. (2018). Ciencia ciudadana: Principios herramientas proyectos de Medio Ambiente. <http://biblioteca.cehum.org/bitstream/CEHUM2018/1292/1/Fundaci%C3%B3n%20Ciencia%20Ciudadana.%20Principios%2C%20herramientas%2C%20proyectos%20de%20medio%20ambiente.pdf>
- Finkelievich, S. y Fischnaller, C. (2014). Ciencia ciudadana en la Sociedad de la Información: nuevas tendencias a nivel mundial. *Revista iberoamericana de ciencia tecnología y sociedad*, 9(27), 11-31.
- García Romano, L. y Occelli, M. (2019). Un modelo analítico para caracterizar recursos tecnológicos basados en contenidos científicos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(1), 15-25.
- Gray, S. A., Nicosia, K. y Jordan, R. C. (2012). Lessons learned from citizen science in the classroom. a response to "the future of citizen science". *Democracy and Education*, 20(2), 14.
- Hadjichambis, A.Ch., Reis, P., Paraskeva-Hadjichambi, D., Činčera, J., Boeve-de Pauw, J., Gericke, N. y Knippels, M.C. (2020). *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education*. Suiza: Springer Open. 10.1007/978-3-030-20249-1
- Jiménez-Aleixandre, M.P. y Crujeiras, B. (2017). Epistemic practices and scientific practices in science education. En Taber, K.S., Akpan, B. (eds) *Science Education. New Directions in Mathematics and Science Education*. Rotterdam: SensePublishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_5
- Luna, S. et al. (2018). Developing Mobile Applications for Environmental and Biodiversity Citizen Science: Considerations and Recommendations. En: Joly A., Vrochidis S., Karatzas K., Karppinen A., Bonnet P. (eds), *Multimedia Tools and Applications for Environmental & Biodiversity Informatics. Multimedia*

Systems and Applications. Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-76445-0_2

MacPahil, V.J. y Colla, S.R. (2020). Power of the people: A review of citizen science programs for conservation. *Biological conservation*, 249,1-15. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108739>

Martínez, G. F., Mir, F. y Garcia Romano, L. (2017). Caracterización de aplicaciones móviles para la enseñanza y el aprendizaje de la anatomía humana. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1597-1604.

Mazumdar, S. et al. (2018). Citizen science and technologies and new opportunities for participation. En Hecker, S. and Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Vogel, J., Bonn, A., (Eds.) *Citizen Science - Innovation in Open Science, Society and Policy*. (pp. 303-320). London: UCL Press. 10.14324/111.9781787352339

National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.

Sandín, E. (2003). *Investigación cualitativa en educación. Fundamentos y Tradiciones*. Madrid: McGrawHill.

Shah, H.R. y Martinez, L.R. (2016). Current Approaches in Implementing Citizen Science in the Classroom. *Journal of microbiology & biology education*, 17(1), 17-22. 10.1128/jmbe.v17i1.1032

Scheuch, M. (2019). Citizen Science with School Students for Nature Conservation of a Scorpion Species. 5th Austrian Citizen Science Conference 2019 (ACSC2019), Obergurgl, Austria

Unger, S., Rollins, M., Tietz, A. y Dumais, H. (2020). iNaturalist as an engaging tool for identifying organisms in outdoor activities. *Journal of Biological Education*, 55(5), 537-547. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1739114>

Vitone, T., Stofer, K., Steininger, M. S., Hulcr, J., Dunn, R. y Lucky, A. (2016). School of Ants Goes to College: Integrating Citizen Science into the General Education Classroom Increases Engagement with Science. *Journal of Science Communication*, 15(1), A03. <https://doi.org/10.22323/2.15010203>

Para seguir leyendo

- ***Oportunidades de aprendizaje y resultados en Ciencia Ciudadana: un modelo heurístico para diseño y evaluación (Bruckermann et al., 2020).***
- ***Lecciones aprendidas de la ciencia ciudadana en el aula (Gray et al., 2012).***

Estas lecturas están enfocadas en dificultades que surgen al momento de vincular e integrar proyectos de Ciencia Ciudadana en contextos de educación formal. Aportan, por un lado, información sobre la necesidad de contar con modelos que evalúen los proyectos de Ciencia Ciudadana en función del grado de participación y de las oportunidades de aprendizajes que promueven, teniendo en cuenta que los datos y la forma en que los ciudadanos y los científicos profesionales acceden a ellos influyen en los resultados del aprendizaje científico e individual.

Por otro lado, abordan las limitaciones y barreras existentes para trasladar la Ciencia Ciudadana al aula, ya que es necesario que tanto docentes como investigadores y diseñadores de los proyectos enmarquen dichos programas en torno a la naturaleza de la ciencia y fomenten la capacidad del público de criticar la información y evidencia obtenida a través de su desarrollo.

Sitios Web recomendados

- <https://app-ear.com.ar/que-es-app-ear/>

Este sitio presenta al proyecto AppEAR de ciencia ciudadana que se propone estudiar los ambientes acuáticos de agua dulce.